心理科学进展 2019, Vol. 27, No. 2, 301–311
Advances in Psychological Science DOI: 10.3724/SP.J.1042.2019.00301

基于眼动研究的孤独症谱系障碍早期预测*

赵晓宁 胡金生 李松泽 刘 西 刘琼阳 吴 娜
(辽宁师范大学心理学院，大连 116029)

摘 要 孤独症谱系障碍是一组以社交困难为主要特征的神经发育障碍，涵盖孤独症、阿斯伯格综合症及分类不明确的广泛型精神发育障碍。ASD 预测研究集中在神经生理学、遗传学及心理学领域。在心理学研究中，眼动技术的运用使得相关测量更为细微、精确，测量过程更严谨，预测关系更可信。现有的眼动预测主要着眼于注视时间、首视点和扫视反应时指标的研究。这些研究揭示注视面部和眼睛时间短、注视眼睛时间随年龄增长递减、注视追随时间短、注视重复物理性刺激时间长、视觉搜索优势及注意解除困难均可以预测 ASD。未来研究应强化眼动特征预测作用的追踪性考证，加大与其它发展障碍的预测区分，控制视觉接受能力对眼动行为的影响，建立综合性预测体系。

关键词 孤独症谱系障碍；注视时间；首视点；扫视反应时
分类号 B845; R395

1 引言

孤独症谱系障碍(Autism Spectrum Disorder, ASD)是一组以社交困难为主要特征的神经发育障碍，涵盖孤独症、阿斯伯格综合症及分类不明确的广泛型精神发育障碍。目前最新的精神障碍诊断统计手册第五版将其核心表现界定为社交互动、社交交流的持续性缺陷，及行为模式、兴趣活动的重复性、受限性(American Psychiatric Association, 2013)。ASD 患儿大约在 2~3 岁确诊，在此之前，个体就已表现出异于常态的特征，把握这些异常有助于对 ASD 进行预测，从而尽早进行干预，以缓解和改善未来可能出现的症状。

ASD 预测研究集中在神经生理学、遗传学及心理学领域。其中，早期心理学研究的主要方法有分析家庭录像、收集父母陈述及实验室情境观察(Palomo, Belincho'n, & Ozonoff, 2006; Goldberg, Thorsen, Osann, & Spence, 2008; Goldberg et al., 2005)。此类方法操作简单，便于采集数据，且生态效度较高，但多依赖记录者的报告，结果在一定程度上受到主观因素的影响。此外，这些方法多指向日常易观察到的行为，较少涉及细微行为的观测。近年来，眼动技术被逐渐应用于 ASD 预测。研究多采用前瞻性对比范式，从 ASD 患儿的兄弟姐妹中选择高风险婴幼儿，与健康发展儿童的兄弟姐妹对比，记录高风险婴幼儿被确诊前在特定情境下的眼动特征，以此对 ASD 罹患状况进行预测。

眼动预测研究的优势及特点在于：首先，眼动行为在日常生活中不易被觉察，这区别于外显性较强的肢体行为，并且眼动数据的收集是通过具有时空分辨率的相关程序完成的，这使得相关测量更为细微、精确。其次，研究者为婴幼儿呈现经过标准化处理的视频或图片刺激，这区别于额外因素较多的情境观察，使得测量过程更加严谨。同时，研究仅要求婴幼儿对刺激进行观看，行为反应简单，无需复杂的言语和动作回复，符合婴幼儿的认知发展特征。而且，目前眼动预测应用最广的技术是角膜反射眼动轨迹(Corneal Reflection Eye Tracking)，该技术在操作中不需婴幼儿佩戴眼动设备，保障其配合度和参与意愿，这些均确保了研究的可操作性(Falck-Ytter, Bölte, & Gredebäck, 2013)。再次，眼动预测研究的工作量少，这区别于需要许多精力投入的分析家庭录像和收集父母陈述，研究可吸纳被试容量较大，这提高了指标

收稿日期：2017-12-11
* 辽宁省哲学/社科基金项目(L17DSH001)。
通信作者：胡金生, E-mail: hu_jinsheng@126.com

表现与 ASD 预测关系的可信度。

2 注视时间相关的预测研究

2.1 注视面部和眼睛时间

注视时间(fixation duration)指前后两次扫视间的时间间隔，通常反映被试对特定刺激的偏好或关注程度。在注视面部时间研究中，研究者以 6 个月的高、低风险 ASD 婴儿为被试，在实验中为之呈现演员尝试与其进行交流的视频，记录婴儿对于视频区各部分的注视时间，待婴儿 3 岁时对其进行 ASD 临床诊断。结果发现, ASD 者在确诊前注视人物面部的时间比例(20%~40%)显著少于健康发展者(40%~60%) (Chawarska, Macari, & Shic, 2013)。这表明，相对于健康发展的个体，ASD 者在确诊前出现注视面部时间较短的现象。由于研究给婴儿呈现的是面部表现较为复杂的刺激，这需要较多的认知加工，而 ASD 者在感知复杂信息时认知资源存在不足，所以该研究的结果反映的可能是认知资源不足的预测意义，而非针对面部注视时间较短。为此，研究者将刺激换成需较少认知加工的静止和动态微笑面部，结果发现在这两种条件下, ASD 者在确诊前注视面部时间同样显著短于健康发展的个体(Shic, Macari, & Chawarska, 2014)。这证明了注视面部时间与 ASD 发展紧密相关，婴儿注视面部时间越短，后期越容易发展为 ASD。

在面部特征中，研究主要关注于注视眼睛时间的预测性。研究者最开始从母婴关系角度入手，在研究中为 6 个月的高、低风险 ASD 婴儿呈现母亲的面部图片，记录婴儿对各面部特征的注视时间，待其 18 个月时跟踪施测沟通和象征行为发展量表。结果发现，婴儿注视母亲眼睛时间越短, 18 个月的社会交往分量表得分越低，即社会交往能力越差(Wagner, Luyster, Yim, Tager-Flusberg, & Nelson, 2013)。学者为探究该预测关系的面部身份普遍性，将刺激换为陌生人的面部图片，被试选择和诊断评估与原研究相同，结果验证了该预测关系(Wagner, Luyster, Moustapha, Tager-Flusberg, & Nelson, 2016)。进一步的研究选取 9 个月的高、低风险 ASD 婴儿参与实验，并将视觉刺激换成高兴、悲伤等非中性情绪的面部图片，症状评估方式与原有研究相同，结果发现了同样的预测关系(Wagner, Luyster, Tager-Flusberg, & Nelson, 2016)。这些研究表明，在不同表情、熟悉度的面部条件下，婴儿注视眼睛时间越短，后期越有可能发展为 ASD，并且这种预测关系同时存在于婴儿 6 个月和 9 个月时。此外，健康发展者与 ASD 者早期注视眼睛时间随年龄增长的变化趋势也是不同的，这同样对 ASD 发展具有预测意义。研究者在婴儿 2~6 个月时，纵向追踪其对于交往情境的视觉扫描模式，在研究中呈现演员试图与被试进行互动游戏的视频，记录婴儿对各视频区域的注视时间。研究结果显示，健康发展者在 2~6 个月注视眼睛的时间比例稳步上升，而 ASD 者在此阶段注视眼睛的时间比例呈下降趋势(Jones, & Klin, 2013)。

在针对社会性信息加工的神经生理层面，“社会脑”脑区扮演了重要角色。在进化过程中，脑主导物种对环境的适应程度，为不断的适应环境以推动进化，脑要及时而有效地加工面临的各种任务、处理与生存相关的各种问题。“社会脑”也称“社会认知神经网络”，就是人类为应对复杂的社会环境、处理纷繁的社会性信息而独有的神经系统(Walker, & McGlone, 2013; Brothers, 2002)。顾名思义，“社会脑”主要负责加工社会交往的相关信息，其功能表现为感知接收社会性信息，评价信息传达者的心理状态，解释传达者行为目的与意图，推测传达者接下来的行为指向，这一系列过程保障个体在社交情境下与他人进行流畅的沟通(Adolphs, 2009)。在脑结构上，“社会脑”不是单指某一脑区，而是由多脑区组成的神经网络，绝大部分的“社会脑”位于脑新皮层，主要包括杏仁核、梭状回、颞上沟、眶额叶皮层、内侧前额叶以及镜像神经元系统(陈巍, 丁峻, 陈箐灵, 2008)。

“社会脑”早期发展不足可以解释与社会性信息加工相关的眼动特征对 ASD 的预测性。在生命早期，因脑新皮层发育的不完全，“社会脑”功能十分薄弱。新生儿对社会性刺激的定向加工由旧皮层所主导，属于暂时性而不稳定的原始反射。与此同时，含有催产素、加压素的亲社会神经肽会促进脑社会奖赏系统(social reward system)的发展。这使得婴儿对社会性刺激产生偏好，从而不断地接触周围环境，获得更多社会经验学习的机会，由此促进新皮层“社会脑”的发展。“社会脑”在此过程中逐步取代旧皮层主导社会定向，婴儿逐渐主动自如地对社会性刺激进行感知和反应(Klin, Shultz, & Jones, 2015; Varcin, & Jeste, 2017;

Elsabbagh, & Johnson, 2016; Shultz, Jones, & Klin, 2015; Sperdin et al., 2018)。面部和眼睛属于社会性信息载荷较高的刺激, 观测婴儿对其感知定向行为可在一定程度上获知“社会脑”的发展状况。如果婴儿对该类刺激的定向反应出现异常, 例如, 注视眼睛、面部时间较短, 注视眼睛时间随年龄增长呈下降趋势, 那么婴儿极有可能存在“社会脑”发展不足, 对社会性刺激的接触反应存在缺陷。长此以往, 这些缺陷可能导致个体产生社会交往障碍, 从而增加了其被确诊为 ASD 的风险。

2.2 注视追随时间

注视追随(gaze following)是指观察者觉察到他人的注视指向从自己转移到别处, 并跟随他人的视线看向某个位置, 注视追随时间即指定向后观察者对该位置的注视时间。通常情况下, 个体就某一客体发起共同注意的目的在于引起观察者对该客体的关注, 以针对其与观察者进行沟通交流, 注视追随时间可以反映观察者对信息交流意图的理解程度。该能力的早期发展状况可以对 ASD 进行预测。研究分别考察了婴儿 7 个月和 13 个月时注视追随时间与 ASD 发展的关系, 研究者为高、低风险 ASD 婴儿呈现一段约 10 秒的视频, 视频中的演员左右分别存有一种物品, 演员先直视婴儿, 之后将视线移到其中一种物品上, 视线左右指向随机。研究者先指导婴儿注视人眼, 随后在追随方向正确的前提下, 测量其对相应物品的注视时间, 在婴儿 36 个月时, 使用孤独症诊断观察量表标准版对其进行诊断评估。结果发现, 在追随方向的正确性和注视刺激的总时间上, 无论是在 7 个月还是 13 个月, ASD 者和健康发展者差异均不显著。进一步的追随时间分析发现, 在 13 个月时, ASD 者的注视追随时间占注视刺激区总时间的比例(22%)显著少于健康发展者(30%), 在 7 个月时, 两类被试的追随时间表现相当(Bedford et al., 2012)。这反映了相对于健康发展者, 在 13 个月, ASD 者存在注视追随时间短的现象。

该研究同时表明, 注视追随时间短的预测性受指标数据采集年龄的影响。这可能是因为对行为交流意图的理解具有发展性, 婴儿直到 13 或 14 个月时才能够理解他人行为的交流意图。而在此之前, 无论是健康发展的婴儿, 还是后期存在各种异常的婴儿, 在理解交流意图上均发展不成熟, 故不能够持续地与他人就某客体产生共同注意(Tomasello, Carpenter, Call, Behne, & Moll, 2005)。所以, 在 7 个月时, 健康发展者和 ASD 者的注视追随时间均短于 13 个月时的表现, 并且两类婴儿的注视追随时间差异不显著, 在这一年龄阶段, 注视追随时间短并没有体现出对 ASD 发展的预测性。而在 13 个月, 健康发展的婴儿已具备理解交流意图的能力, 可以持续性追随他人视线的指向, 而 ASD 者在该能力上发展不足, 注视追随时间短于健康发展者, 此时该眼动特征具有一定的预测性。这同时表明对于 ASD 者而言, 在 7~13 个月, 该群体在理解他人行为的交流意图方面发展缓慢或存在停滞。未来研究应探究 ASD 者 7~13 个月注视追随时间的发展趋势, 分析其与健康发展者的不同, 关注该眼动指标变化趋势的预测性。

在“社会脑”中, 颞上沟负责对感知到的信息是否传达交流意图进行解析(Pelphrey, & Carter, 2008)。神经生理研究发现, 在生命早期, ASD 者的颞上沟功能出现异常(Pierce, Eyler, Solso, Campbell, & Courchesne, 2011)。研究者以 12~45 个月的 ASD 婴幼儿和健康发展的婴幼儿为被试, 通过耳机为其呈现具有沟通意义的语句, 使用功能性核磁共振技术观测两类被试颞上沟脑区的激活状况。结果表明, ASD 者的脑区激活程度显著弱于健康者(激活体素: TD = 801 mm^3, ASD = 359 mm^3), 这反映出 ASD 者早期对信息交流意图的理解存在缺陷。由此不难理解 ASD 者早期注视追随时间短于健康发展者, 这从神经机制角度补充解释了注视追随时间短对 ASD 发展的预测性。又因为这种预测性受到指标采集年龄的影响, 未来研究可以深入对于 ASD 者早期颞上沟功能发展的纵向探究, 探析其与健康者发展轨迹的不同, 在神经生理层面补充说明注视追随时间的预测性受年龄因素影响的特点。

2.3 注视重复物理性刺激时间

重复刻板行为障碍是 ASD 患儿的核心症状之一, 该类行为早年的发生频率可以预测 ASD 的发展(Elison et al., 2014; Wolff et al., 2014)。而除重复运动的发出外, 对重复物理性刺激的视觉接受程度也可以对 ASD 进行预测。有关研究在采集指标数据时选用注意偏好范式, 选取 14~42 个月的高、低风险 ASD 婴幼儿, 为其同时呈现人物运动影像和循环几何图形影像, 两种影像随机地分布在屏幕左右。在此过程中, 研究者记录被试注视

循环几何图形影像的时间占注视两种影像总时间的比例，在婴儿 24 个月、36 个月或更晚时，使用孤独症诊断观察量表标准版及儿童版对其进行临床诊断。结果发现，ASD 者确诊前注视循环几何图形的时间比例显著多于健康发展者(Pierce et al., 2011)。这揭示出区别于健康发展者，在被确诊前，ASD 者存在注视重复物理性刺激时间较长的现象。

Pierce 等人(2016)在扩大样本量的研究中，选择相同的研究范式、研究材料、指标换算方式及评估工具，得出了相似的结论。研究者进一步使用受试者工作特征(Receiver Operating Characteristic, ROC)曲线分析该眼动特征对 ASD 的预测效力，结果表明当曲线截点选在 69%水平时，阳性预测值为 86%，即当婴儿注视循环几何图形影像的时间比例达到 69%时，那么其后期被诊断为 ASD 的可能性为 86%。这进一步说明了个体注视循环几何图形时间越长，后期发展为 ASD 的可能性越高。此研究使用信号检测理论的相关指标，探究注视重复物理性刺激时间对 ASD 发展的预测性问题，研究的科学性较强。

以上研究选用的研究范式均为注意偏好范式，其操作关键是在屏幕上并列呈现两种图片或影像刺激。该范式可以较为精准的揭示观看者对某种刺激的相关眼动现象，但却降低了研究的生态效度。从指标换算方式可看出，研究在分析观看者对某刺激的反应中，也同时要关注其对另一种刺激的反应，着眼于两种刺激的反应差异。这使得对于结果的阐述要考虑刺激呈现的特殊情境，从而限制结论的推广性。在该类预测研究中，ASD 者早期注视重复物理性刺激时间长是相对于注视人物运动场景时间而言的，这限制了预测关系的情境适用性，未来研究应在存有复杂多样刺激的现实生活场景中，验证该眼动特征的预测意义。

关于 ASD 者确诊前重复性偏好的机制解释，研究者主要关注于其社会性发展不足而引起的经验行为学习缺陷及脑发展异常。就经验行为习得而言，早期的重复性行为是婴儿调节刺激唤起的重要途径，随着“社会脑”的发展，个体在与外界环境的互动中，逐渐形成反应灵活且社会性意义较强的经验行为，故重复性行为被替代。而 ASD 者在很大程度上，在确诊前存在“社会脑”发展不足，表现出忽视面部信息、社会性微笑减少、共同注意发起困难等社会退缩相关现象，从而阻碍经验行为学习，这导致其沿用重复性行为来应对刺激唤起(Leekam, Prior, & Uljarevic, 2011; Ozonoff et al., 2010)。就脑发展而言，在动物实验中，相对于生活环境宽敞的老鼠，那些生活在狭窄空间的老鼠的基底神经节通路活动出现异常，并且伴随高频率的重复性行为。一些 ASD 研究同样表明，基底神经节功能和结构异常与重复行为的发生频率紧密相关。由此推知，在不考虑遗传等因素的条件下，不良的社会接触可能使得 ASD 者在确诊前基底神经节发展存在异常，从而表现出高频率的重复性行为(Fuccillo, 2016; Abbott et al., 2018; Hazlett et al., 2017)。这些主要揭示了由于社会性发展的不足，而导致的重复行为发出频率过高对 ASD 发展的预测意义，研究者可以从这两方面切入，探讨 ASD 者在确诊前对重复性物理刺激的视觉接受异常的相关解释。

3 首视点和扫视反应时相关的预测研究

3.1 视觉搜索能力

探究视觉搜索能力预测作用的眼动研究采用首视点指标，首视点(first fixtion point)指刺激呈现后，第一次扫视停留的位置，反映观看者对刺激区中个别刺激的觉察能力。相对于健康个体而言，ASD 者存在较强的视觉搜索能力。这种能力表现为：一方面，在搜索目标物的任务中，ASD 者能够排除众多干扰物的影响，快速地发现目标物。另一方面，当刺激区中的大部分刺激在同一种特征上一致时，ASD 者会较少的受绝大多数一致刺激的干扰，更快的发现其中仅有的不一致刺激(Kaldy, Giserman, Carter, & Blaser, 2016)。近年来，ASD 眼动预测开始关注于婴儿视觉搜索能力与 ASD 发展的关系，研究发现，婴儿视觉搜索优势越明显，后期发展为 ASD 的可能性越高。

研究者以 9 个月的高、低风险 ASD 婴儿为被试，先指导其将视线集中于屏幕，之后呈现由 8 个字母组成的圆周状刺激群，这其中每两个字母的弧长距离相近。这 8 个字母包括 7 个名称一致字母及 1 个与之名称不一致的字母，这些字母除名称特征不一致之外，颜色、尺寸、亮度等特性均相同。研究者记录当该刺激群出现时，婴儿首视名称不一致字母的试验频次，并分别在婴儿 15 个月和 24 个月时对其进行临床评估。结果发现，婴儿首视名称不一致字母的频次越多，15 个月时，

婴儿孤独症观察量表的得分越高, 24 个月时, 孤独症诊断观察量表的得分越高(Gliga, Bedford, Charman, Johnson, & BASIS, 2015)。

此研究揭示了视觉搜索能力与 ASD 发展的预测关系。近些年, 对于 ASD 者确诊前搜索优势的解释主要关注于该群体注意解除(attentional disengagement)困难而引起的注意集中化(over-focused attention), 及低水平操作促进化而导致的感知辨别力较强(Kaldy et al., 2016; Cheung, Bedford, Johnson, Charman, & Gliga, 2016)。就注意集中化而言, 注意网络被分为警戒、定向和执行控制系统, 三种系统的功能并不独立, 相互影响。ASD 者在确诊前存在定向系统的注意解除困难, 这会造成其对接下来任务的警戒减弱, 而对正在接受的任务过度警戒, 呈现注意集中化倾向, 由此在需要较多注意资源的视觉搜索任务中表现出优势。就感知辨别力较强而言, 知觉功能促进化(Enhanced Perceptual Functioning, EPF)理论认为相较于健康者, ASD 者在辨别、图形察觉等低水平感知加工任务中表现较强。在视觉搜索中, 当绝大多数刺激在同一特征上一致时, ASD 个体较易分辨出极少数的不一致刺激。当不一致刺激与其它刺激的相似程度越高时, 即搜索难度越高时, 该群体的搜索优势越明显。并且, 研究者认为这种解释依然适用于该群体确诊前的视觉搜索优势现象中。

Cheung 等人(2016)的研究可以在一定程度上对这两种机制的解释作用进行验证。该研究同样以 9 个月的高、低风险 ASD 婴儿为被试, 并沿用前人的刺激形式及指标记录方式。其改进之处在于, 依名称不一致字母与其余字母外形相似程度的高低设置两种刺激群, 在关注视觉搜索表现的同时, 进一步测量了婴儿对首视刺激的注视时间。研究者在被试 3 岁时使用孤独症诊断观察量表第二版对其进行症状评估诊断。研究发现, ASD 者确诊前首视名称不一致字母的频率(26%)显著高于健康发展者(14%), 这再次证明了视觉搜索优势对于 ASD 具有一定预测意义。此外, ASD 者对首视刺激的注视时间显著长于健康发展者, 然而, 在两种刺激群中, 相对于健康发展者, ASD 者的搜索优势差异不显著。这反映出相对于健康发展者, ASD 者在确诊前表现搜索优势的同时, 也存在注意定向异常, 而在感知辨别力上没有超常表现。相对感知能力而言, 该类婴儿的视觉搜索优势与注意系统异常密切相关。在注意系统中, 警戒异常能够更为直接地证明该类婴儿搜索优势是由注意集中化所主导的。研究者认为, 瞳孔直径扩张水平可以反映个体的注意警戒程度(Blaser, Eglington, & Kaldy, 2012)。未来研究可以借鉴相关指标, 探究 ASD 者确诊前在视觉搜索任务中的警戒程度, 进一步明确注意集中化倾向对其视觉搜索优势的解释作用。

3.2　注意解除能力

在注意网络中, 眼动研究者关注于注意解除能力的预测意义。在定向系统中, 注意解除是指将注意资源从刺激物上进行脱离的过程(Posner, & Cohen, 1984)。ASD 儿童存在注意解除困难, 这主要表现于当视野中出现新的刺激物时, 个体不能及时地从原注意点进行脱离, 以转换注意对象, 从而呈现注意加工固着倾向(Sabatos-Devito, Schipul, Bulluck, Belger, & Baranek, 2016; Kleberg, Thorup, & Falck-Ytter, 2017)。在 ASD 预测研究中, 情境实验研究发现, 当新刺激被呈现在视野范围内时, ASD 者眼动朝向行为的发生要慢于健康发展者(Zwaigenbaum et al., 2005; Bryson et al., 2007)。这表明 ASD 者在确诊前就已表现出注意解除困难, 这可以对 ASD 进行预测。眼动研究在此基础上选用反映视觉灵敏度更精确的扫视反应时指标, 及间隙−重叠范式(gap-overlap paradigm)进行验证。结果证实了婴儿注意解除能力越差, 后期越容易发展为 ASD。研究者首先在屏幕中心向婴儿呈现一个刺激, 指导婴儿对该刺激进行注视。间隙条件中, 该刺激消失, 一段时间的空屏后, 在屏幕左或右呈现一个新刺激, 重叠条件中, 在新刺激被呈现出来后, 原注视刺激仍然存在, 两种刺激共存于屏幕中。在所有试验中, 新刺激的呈现位置左右随机, 研究者记录婴儿在两种条件下定向于新刺激的扫视反应时。在这两种条件中, 原注视刺激的消失为新刺激的呈现提供了间接的线索, 此时的视觉定向主要受动眼神经灵活性的影响, 而在原注视刺激仍然保留的情况下, 视线集中于此会抑制注视点的转换, 此时定向于新刺激涉及对原注视刺激的注意解除。

Elison 等人(2013)的研究以 7 个月的高、低风险 ASD 婴儿为被试, 在婴儿 25 个月时, 使用孤独症诊断观察量表对其进行评估诊断。结果发现在

重叠条件下，ASD 者在确诊前扫视新刺激的反应时间(454.6 ms)要显著长于健康发展者(412.6 ms)。这可以说明注意解除困难能够预测 ASD 的发展。但因为重叠条件下的扫视定向同样涉及眼动控制能力，所以对该研究结果的解释不能排除两类群体在动眼神经灵活性上存在差异的可能。Elsabbagh 等人(2013)的研究选用重叠与间隙条件的扫视反应时之差来反映注意解除能力，差值越大，则解除越困难。该研究以 14 个月的高、低风险 ASD 婴儿为被试，并在婴儿 36 个月时，使用孤独症诊断观察量表对其进行症状评估诊断。研究结果表明，ASD 者在确诊前的反应时差值(268.8 ms)显著大于健康发展者(138.2 ms)。这种指标换算方式分离了重叠条件下动眼神经灵活性对扫视反应时的影响，使得调整后的指标更贴切的反映注意解除能力。这较为精准的揭示了婴儿注意解除越困难，后期越有可能发展为 ASD 的预测现象。

ASD 者注意解除困难最早在 6 个月时出现，此时一些社会性能力才刚开始起步。有研究者推测，个体早期社会性的发展受注意解除困难的制约，与注意解除相关的社会性能力可能存在发展不足。因注意解除困难对于 ASD 发展具有预测作用，这些社会性发展不足的特征也会表现出预测性。在一定程度上，这些社会性不足相关现象所反映出的预测作用是注意解除困难所主导的(Keehn, Müller, & Townsend, 2013)。此外，分割三元假设(fractionable triad hypothesis)认为社会性与非社会性能力的早期发展彼此独立，二者具有不同的基因、神经生理和外显行为表现，并且两种能力的异常对于 ASD 的预测也不存在交互影响(Happé & Ronald, 2008)。这表明，作为非社会性能力异常的注意解除困难与社会性发展不足对于 ASD 的预测彼此分离，不存在任何一种异常的预测主导效应。

对他人行为交流意图的理解被认为是在注意解除能力正常的基础上逐渐发展完善的社会性能力，该能力的早期异常对 ASD 具有预测作用(Keehn, Müller, & Townsend, 2013)。Bedford 等人(2014)的研究由此采集了注视追随时间指标，及反映注意解除能力的扫视反应时指标，通过探究在 ASD 确诊之前二者的相关性，来探讨注意解除困难与社会性发展不足预测 ASD 的关系。研究者以 13 个月的高、低风险 ASD 婴儿为被试，在婴儿 36 个月时，使用孤独症诊断观察量表标准版对其进行症状诊断评估。结果发现，在确诊前，注视追随时间短、注意解除扫视反应时长均体现出预测作用。但两种指标的数据结果并不相关，ASD 个体早期可能只表现其中一种异常，而在另一方面发展正常。这表明，注意解除困难和社会性发展不足对于 ASD 的预测彼此分离，从而支持分割三元假设。此外，该假设认为，与社会性发展不足相关的异常可以归类为社会交往障碍，而与之无关的异常可以归类为非社会性障碍(Happé & Ronald, 2008)。这两类异常的早期表现分别反映了其所属症状的早期发展状况，在不接受干预处理的条件下，早期异常的出现极有可能造成之后症状的严重化。所以，在一定程度上，这两种异常对于其所属症状的发展具有预测作用。因为注意解除困难属于与社会性发展无关的异常，所以可以理解为注意解除困难能够预测非社会性障碍。未来研究可进一步探究注意解除困难指向 ASD 非社会性障碍的预测性，以明确其具体预测指向。

综上可知，从本质上而言，视觉搜索优势和注意解除困难反映的是 ASD 者在确诊之前注意功能的异常。目前，未有研究从神经生理层面解释注意功能异常的预测意义。相关的神经生理研究表明，蓝斑核的唤醒状态可以分化两种不同性质的注意。蓝斑核的持续性唤醒使得个体呈现弥散的注意状态，由此促进任务之间的转换，而阶段性唤醒主导集中化的注意风格，使得个体对正在执行的任务关注较多(Sara, 2009)。健康发展的个体可以平衡这两种唤醒状态，而对于 ASD 个体而言，在多数情况下其蓝斑核的唤醒状态为阶段性唤醒(Kaldy et al., 2016)。由此推之，ASD 者在需要较多注意投入的视觉搜索中表现出优势，而在涉及注意转换的任务中表现较差。未来研究应探索 ASD 者蓝斑核功能唤醒的早期发展状况，为注意功能异常的预测意义寻找到神经生理层面的解释。

4 小结与展望

随着眼动技术的发展，ASD 预测研究转向探讨眼动行为特征的预测价值。本文首先阐明了使用眼动技术对 ASD 进行预测的优势，接着按眼动指标分类，对研究进行综述。现有的眼动预测根据研究问题灵活地选择研究范式和眼动指标。这些研究在揭示眼动特征预测作用的基础上，逐步

加强对于影响因素的控制, 研究渐趋严谨。而且, 研究深入对于眼动特征预测作用解释机制的探究, 为预测现象提供了坚实的理论基础。此外, 研究尝试探索不同眼动特征预测 ASD 的关系, 并取得了一定进展。但由于 ASD 形成、发展的复杂性, 许多问题还需要进一步的分析与探究, 具体如下:

4.1 强化眼动特征预测作用的追踪性考证

目前研究在采集指标数据和症状诊断时, 往往选用横断研究设计, 未来研究应加强对指标测量的纵向追踪。其意义表现于: 首先, 据前文可知, 眼动特征的预测性会受到指标采集年龄的影响。由此, 大部分的研究结果可能只反映了眼动特征在该年龄的预测性, 而非适用于婴幼儿期的预测现象, 而强化眼动指标的纵向测量, 可以更全面地反映眼动特征在婴幼儿期的预测作用。其次, 这有助于获知婴儿的眼动指标表现在一段年龄内的变化趋势, 进而比较 ASD 者与健康发展者在这段年龄指标表现变化趋势的不同, 以此对 ASD 发展进行预测, 这拓宽了眼动预测的研究方向。

同时, 在后续诊断或症状发展评估中, 评估诊断的结果也会受到个体参与评估时年龄的影响。ASD 诊断评估量表通过衡量个体 ASD 核心症状的出现频率, 来评判其是否发展为 ASD。绝大多数症状存在发展潜伏期, 在一定年龄阶段以前表现不甚显著, 而在该年龄段及之后出现明显激增, 例如, 社会交往和语言发展异常在童年后期表现明显, 重复性刻板行为在 2~4 岁表现明显(Barbaro, & Dissanayake., 2009)。如果在症状表现不明显时, 就对个体进行诊断, 会产生较多“漏报”现象, 从而降低诊断评估的有效性。这表明, 参与症状评估的年龄会影响 ASD 的检测, 进而影响对相应眼动特征预测作用的评价, 由此对症状的跟踪诊断也很有必要。

综上, 未来研究要加强对眼动特征预测作用的追踪性考证, 这种追踪性不仅体现在对于眼动指标的测量上, 也体现在后期的诊断评估中。

4.2 加大与其它发展障碍的预测区分

目前, 眼动预测主要关注 ASD 者区别于健康发展者的早期眼动特征, 未来研究应尝试将 ASD 与其他发展障碍者的早期眼动表现进行对比, 从而避免与其它障碍的预测混淆。未来研究可以从如下两点进行推进:

第一, 探究 ASD 者区别于其他发展障碍者的早期眼动特征, 明确该表现预测指向 ASD 的特异性。一方面, 研究可以根据相对于健康发展者, ASD 个体与其它发展障碍者眼动特征的不同, 探索这种差异指向 ASD 的预测特异性。例如, 有眼动研究表明, ASD 患儿对于人物面部的注视时间显著短于健康发展儿童, 而威廉姆斯综合症患儿注视面部时间要显著长于健康发展的儿童(Vivanti, Fanning, Hocking, Sievers, & Dissanayake, 2017; Riby, & Hancock, 2009)。现有研究已证明了注视面部时间短对于 ASD 发展的预测意义。今后研究应在注视面部时间指标下, 探索在未确诊之前, 相对于健康发展者, ASD 者是否也存在区别于 WS 者的指标表现, 从而探究该眼动特征预测指向 ASD 的特异性程度。另一方面, 加强对异常发展的非 ASD 个体的具体症状评估, 比较其与 ASD 者早期眼动指标表现的异同, 以此揭示某种眼动特征是否具有指向 ASD 的预测特异性。在现有的眼动预测研究中, 研究者将异常发展的非 ASD 者统称为异常者, 在结果分析时, 探究其与 ASD 和健康发展者早期眼动特征异同。这模糊了 ASD 与某具体障碍者早期眼动指标表现的差异, 使得该眼动特征针对 ASD 的预测指向特异性备受质疑。今后研究应进一步评估异常儿童的具体症状, 探究 ASD 者与各类发展障碍者在一种眼动指标表现上的异同, 明了该眼动特征指向 ASD 的预测特异性。

第二, 在眼动实验情境下, 验证在确诊前 ASD 者与其他障碍者行为表现的不同, 即检验存在特异性预测价值的行为特征的有效性。非眼动预测研究曾发现, 一些早期行为可以将 ASD 者与其他障碍者进行区分。相对于心智、运动功能发展异常而未达到 ASD 诊断标准的个体而言, ASD 个体早期对讲话者面部注意较少、手势指向追随较差及非语言寻求行为发起较少(Trillingsgaard, Sørensen, Němec, & Jørgensen, 2005)。该研究采用情境观察的研究方法, 对额外变量的控制程度较差, 今后研究应选用恰当的眼动指标和研究范式, 在实验情境下, 对这些行为特征的预测作用进行验证。

4.3 控制视觉接受能力对眼动行为的影响

视觉接受(visual reception)能力是指通过视觉通路加工物品的能力, 反映个体对视野范围内物品的指向和操纵情况, 视觉接受具体表现为对可

见物品的定向、追踪、寻找、分类及记忆(Mullen, 1995)。由此可见，在视觉任务中，该能力会影响指标测量的结果。在眼动预测研究中，视觉接受能力同样会影响被试在眼动指标上的表现，进而影响其预测作用。此外，在确诊前，ASD 者在视觉接受能力上就表现出一定缺陷(Wrzesińska, Kapias, Nowakowska-Domagała, & Kocur, 2017)，由此可知，该能力本身可以反映 ASD 者确诊前的行为特性。若探究特定情境下的眼动特征对 ASD 发展的预测性，必然要加强对一般性行为特征的控制。而现有的眼动研究很少将其作为一个重要的协变量进行处理，未来研究要考虑视觉接受能力对眼动行为的影响，在研究中对其进行控制。

4.4 建立综合性预测体系

现有的眼动预测研究发现，社会性发展不足和注意解除困难均可以预测 ASD，但彼此的预测关系相独立。研究者认为，这两种特征对 ASD 的预测存在相加作用(additive effect)，即相对于一种异常的凸显，两种异常均出现能够预测更为严重 ASD 症状(Bedford et al., 2014)。这启示，未来研究可以将反映注意解除能力和社会性发展水平的眼动指标进行整合，在对于 ASD 症状发生进行预测的基础上，进一步加强对症状严重程度的预测。这体现出在眼动预测领域中进行指标综合性预测的意义。此外，这种整合不应仅仅局限于眼动指标内部，要着眼于跨学科的指标整合。ASD 早期预测在神经生理学、神经解剖学、遗传学及心理学等领域均取得了一定突破。孤独症谱系障碍的成因十分复杂，该症状的形成发展源于脑、基因与环境接触彼此之间交互作用的异常，不可以归因于任何一种因素的单一效应(Elsabbagh, & Johnson, 2010)。由此，只是依据一类指标推断哪些婴儿易发展为 ASD 是不完备的，未来研究要建立多领域、多学科的综合性预测体系。在该体系的建立上，研究者要遵循两个原则：

首先，体系要具备科学系统性，这体现在预测指标的选择与体系设计方面。在预测指标的选择上，研究者要选取具有深厚研究基础的指标进行归纳、整合。若研究者对一种预测指标的重复性考证次数越多，则证明该指标的预测可信度越高，若对一种指标研究的越深入，则表明其预测性的理论支撑越充分，这些都是一个良好的预测指标应该具备的特点。此外，预测指标的生态价值也是体系整合者应该考虑到的，这需要研究者将具有预测性质的指标表现与孩子父母、ASD 早期筛查专家进行核实，最大程度地降低实验室效应。只有确保每个指标的科学合理性，才能实现预测体系的价值最优化，这是体系行之有效的根本所在。

在体系设计上，因为大多数指标的预测作用受年龄影响较大，并且一些指标表现与内表型特征存在重合，这使得指标间的预测表现、预测作用各异(Ruggeri, Sarkans, Schumann, & Persico, 2014)。所以，研究者在进行体系整合时，可以着眼于每种指标的发展性和指标间功效对比，这可借鉴参照由欧洲孤独症干预-新药物治疗开发研究中心(European Autism Interventions-A Multicentre Study for Developing New Medications)所整理的 ASD 生物标记物库，该体系按年龄段将生物标记物进行归纳，同时对比呈现 ASD 者、其兄弟姐妹及父母的生物标记特征(Murphy, & Spooren, 2012)。这突出了生物标记随年龄变化的凸显程度，及 ASD 患者与亲属间生物标记的区别。在预测体系的建立上，研究者也可以从年龄影响指标预测作用这一特点进行切入，对各指标进行整理，归纳出在不同的年龄段哪些指标产生预测作用，或预测作用明显。同时在每个指标中，将 ASD 者与其亲属的指标表现建立对比，明确指标之间预测作用的差异。

其次，体系要具备实用性，且易于操作，这体现于预测常模的建立和操作手册的制订。

在实际操作中，施测者和婴儿父母往往关注于指标表现的解释。由此，了解健康发展的婴儿在某种指标上的普遍发展状况，将存在 ASD 发展风险的婴儿与健康者进行明确的区分十分必要。这启示研究者建立指标预测常模，为预测筛查工作提供参照标准，增强体系的应用价值。此外，体系内容要具备详实、可操作化。这不仅需要研究者对指标内容进行清晰而通俗易懂地表述，还需制定相应的体系操作手册，对每种指标的采集步骤、适用年龄、指标采集时的变量控制等重要内容进行细致的解释说明，以确保体系的可操作性，方便预测筛查工作。

参考文献

陈巍, 丁峻, 陈箐灵. (2008). 社会脑研究二十年：回顾与

展望. *西北师大学报(社会科学版), 45*(6), 84–89.

Abbott, A. E., Linke, A., Nair, A., Jahedi, A., Alba, L. A., Keown, C. L., & Müller, R. A. (2018). Repetitive behaviors in autism are linked to imbalance of corticostriatal connectivity: A functional connectivity MRI study. *Social Cognitive & Affective Neuroscience, 13*(1), 32–42.

Adolphs, R. (2009). The social brain: neural basis of social knowledge. *Annual review of psychology, 60*, 693–716.

American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®)*. American Psychiatric Pub.

Barbaro, J., & Dissanayake, C. (2009). Autism spectrum disorders in infancy and toddlerhood: A review of the evidence on early signs, early identification tools, and early diagnosis. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics, 30*(5), 447–459.

Bedford, R., Elsabbagh, M., Gliga, T., Pickles, A., Senju, A., Charman, T., & Johnson, M. H. (2012). Precursors to social and communication difficulties in infants at-risk for autism: Gaze following and attentional engagement. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 42*(10), 2208–2218.

Bedford, R., Pickles, A., Gliga, T., Elsabbagh, M., Charman, T., & Johnson, M. H. (2014). Additive effects of social and non‐social attention during infancy relate to later autism spectrum disorder. *Developmental Science, 17*(4), 612–620.

Blaser, E., Eglington, L., & Kaldy, Z. (2012). Toddlers with ASD are better at visual search without trying harder: A pupillometric study. *Neurology, 15*, 132–135.

Brothers, L. (2002). The social brain: a project for integrating primate behavior and neurophysiology in a new domain. *Concepts in Neuroscience, 1*, 27–51.

Bryson, S. E., Zwaigenbaum, L., Brian, J., Roberts, W., Szatmari, P., Rombough, V., & McDermott, C. (2007). A prospective case series of high-risk infants who developed autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 37*(1), 12–24.

Chawarska, K., Macari, S., & Shic, F. (2013). Decreased spontaneous attention to social scenes in 6-month-old infants later diagnosed with autism spectrum disorders. *Biological Psychiatry, 74*(3), 195–203.

Cheung, C. H. M., Bedford, R., Johnson, M. H., Charman, T., & Gliga, T. (2016). Visual search performance in infants associates with later ASD diagnosis. *Developmental Cognitive Neuroscience, 29*, 4–10.

Elsabbagh, M., Fernandes, J., Webb, S. J., Dawson, G., Charman, T., Johnson, M. H., & British Autism Study of Infant Siblings Team. (2013). Disengagement of visual attention in infancy is associated with emerging autism in toddlerhood. *Biological Psychiatry, 74*(3), 189–194.

Elsabbagh, M., & Johnson, M. H. (2016). Autism and the social brain: the first-year puzzle. *Biol Psychiatry, 80*(2), 94–99.

Elsabbagh, M., & Johnson, M. H. (2010). Getting answers from babies about autism. *Trends in Cognitive Sciences, 14*(2), 81–87.

Elison, J. T., Paterson, S. J., Wolff, J. J., Reznick, J. S., Sasson, N. J., Gu, H. B., ...Piven, J. (2013). White matter microstructure and atypical visual orienting in 7-month-olds at risk for autism. *The American Journal of Psychiatry, 170*(8), 899–908.

Elison, J. T., Wolff, J. J., Reznick, J. S., Botteron, K. N., Estes, A. M., Gu, H. B., ... Piven, J. (2014). Repetitive behavior in 12-month-olds later classified with autism spectrum disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 53*(11), 1216–1224.

Falck-Ytter, T., Bölte, S., & Gredebäck, G. (2013). Eye tracking in early autism research. *Journal of Neurodevelopmental Disorders, 5*(1), 13–28.

Fuccillo, M. V. (2016). Striatal circuits as a common node for autism pathophysiology. *Front Neurosci, 10*, 27. doi: 10.3389/fnins.2016.00027.

Gliga, T., Bedford, R., Charman, T., Johnson, M. H. (2015). Enhanced visual search in infancy predicts emerging autism symptoms. *Current Biology, 25*(13), 1727–1730.

Goldberg, W. A., Jarvis, K. L., Osann, K., Laulhere, T. M., Straub, C., Thomas, E., ... Spence, M. A. (2005). Brief report: Early social communication behaviors in the younger siblings of children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 35*(5), 657–664.

Goldberg, W. A., Thorsen, K. L., Osann, K., & Spence, M. A. (2008). Use of home videotapes to confirm parental reports of regression in autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 38*(6), 1136–1146.

Happé, F., & Ronald, A. (2008). The 'fractionable autism triad': A review of evidence from behavioural, genetic, cognitive and neural research. *Neuropsychology Review, 18*(4), 287–304.

Hazlett, H. C., Gu, H., Munsell, B. C., Kim, S. H., Styner, M., Wolff, J. J., & Piven, J. (2017). Early brain development in infants at high risk for autism spectrum disorder. *Nature, 542*(7641), 348–351.

Jones, W., & Klin, A. (2013). Attention to eyes is present but in decline in 2-6-month-old infants later diagnosed with autism. *Nature, 504*(7480), 427–431.

Kaldy, Z., Giserman, I., Carter, A. S., & Blaser, E. (2016). The mechanisms underlying the ASD advantage in visual search. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 46*(5), 1513–1527.

Keehn, B., Müller, R. A., & Townsend, J. (2013). Atypical

attentional networks and the emergence of autism. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 37*(2), 164–183.

Kleberg, J. L., Thorup, E., & Falck‐Ytter, T. (2017). Reduced visual disengagement but intact phasic alerting in young children with autism. *Autism Research, 10*(3), 539–545.

Klin, A., Shultz, S., & Jones, W. (2015). Social visual engagement in infants and toddlers with autism: Early developmental transitions and a model of pathogenesis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 50*, 189–203.

Leekam, S. R., Prior, M. R., & Uljarevic, M. (2011). Restricted and repetitive behaviors in autism spectrum disorders: A review of research in the last decade. *Psychological Bulletin, 137*(4), 562–593.

Mullen, E. M. (1995). *Mullen scales of early learning* (pp. 58–64). Circle Pines, MN: AGS.

Murphy, D., & Spooren, W. (2012). Eu-aims: A boost to autism research. *Nature Reviews Drug Discovery, 11*(11), 815–816.

Ozonoff, S., Iosif, A. M., Baguio, F., Cook, I. C., Hill, M. M., Hutman, T., & Young, G. S. (2010). A prospective study of the emergence of early behavioral signs of autism. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 49*(3), 256–266.

Palomo, R., Belinchón, M., & Ozonoff, S. (2006). Autism and family home movies: A comprehensive review. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics, 27*(2), S59–S68.

Pelphrey, K. A., & Carter, E. J. (2008). Brain mechanisms for social perception. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1145*(1), 283–299.

Pierce, K., Conant D., Hazin R., Stoner R., & Desmond J. (2011). Preference for geometric patterns early in life as a risk factor for autism. *Archives of General Psychiatry, 68*(1), 101–109.

Pierce, K., Eyler, L. T., Solso, S., Campbell, K., & Courchesne, E. (2011, May). *Failure of STS activation may underlie early emerging social orienting defects in autism*. Conference paper at the International Meeting for Autism Research, San Diego, CA.

Pierce, K., Marinero, S., Hazin, R., Mckenna, B., Barnes, C. C., & Malige, A. (2016). Eye-tracking reveals abnormal visual preference for geometric images as an early biomarker of an ASD subtype associated with increased symptom severity. *Biological Psychiatry, 79*(8), 657–666.

Posner, M. I., & Cohen, Y. (1984). Components of visual orienting. *Attention and performance X: Control of Language Processes, 32*, 531–556.

Riby, D. M., & Hancock, P. J. B. (2009). Do faces capture the attention of individuals with Williams syndrome or autism? Evidence from tracking eye movements. *Journal of Autism & Developmental Disorders, 39*(3), 421–431.

Ruggeri, B., Sarkans, U., Schumann, G., & Persico, A. M. (2014). Biomarkers in autism spectrum disorder: The old and the new. *Psychopharmacology, 231*(6), 1201–1216.

Sabatos-Devito, M., Schipul, S. E., Bulluck, J. C., Belger, A., & Baranek, G. T. (2016). Eye tracking reveals impaired attentional disengagement associated with sensory response patterns in children with autism. *Journal of Autism & Developmental Disorders, 46*(4), 1319–1333.

Sara, S. J. (2009). The locus coeruleus and noradrenergic modulation of cognition. *Nature Reviews Neuroscience, 10*(3), 211–223.

Shic, F., Macari, S., & Chawarska, K. (2014). Speech disturbs face scanning in 6-month-old infants who develop autism spectrum disorder. *Biological psychiatry, 75*(3), 231–237.

Shultz, S., Jones, W., & Klin, A. (2015). Early Departures from normative processes of social engagement in infants with autism spectrum disorder. In: A Puce., B Bertentha. (Eds) *The Many Faces of Social Attention* (pp. 157–177). Springer, Cham.

Sperdin, H. F., Coito, A., Kojovic, N., Rihs, T. A., Jan, R. K., Franchini, M., ... Schaer, M. (2018). Early alterations of social brain networks in young children with autism. *eLife, 7*, e31670.

Tomasello, M., Carpenter, M., Call, J., Behne, T., & Moll, H. (2005). Understanding and sharing intentions: the origins of cultural cognition. *Behavioral & Brain Sciences*, *28*(5), 675–691.

Trillingsgaard, A., Sørensen, E. U., Němec, G., & Jørgensen, M. (2005). What distinguishes autism spectrum disorders from other developmental disorders before the age of four years? *European Child & Adolescent Psychiatry, 14*(2), 65–72.

Varcin, K. J., & Jeste, S. S. (2017). The emergence of autism spectrum disorder: Insights gained from studies of brain and behaviour in high-risk infants. *Current Opinion in Psychiatry, 30*(2), 85–91.

Vivanti, G., Fanning, P. A., Hocking, D. R., Sievers, S., & Dissanayake, C. (2017). Social attention, joint attention and sustained attention in autism spectrum disorder and Williams syndrome: Convergences and divergences. *Journal of Autism & Developmental Disorders, 47*(6), 1866–1877.

Wagner, J. B., Luyster, R. J., Tager-Flusberg, H., & Nelson, C. A. (2016). Greater pupil size in response to emotional faces as an early marker of social-communicative difficulties in infants at high risk for autism. *Infancy, 21*(5), 560–581.

Wagner, J. B., Luyster, R. J., Moustapha, H., Tager-Flusberg,

H., & Nelson, C. A. (2016). Differential attention to faces in infant siblings of children with autism spectrum disorder and associations with later social and language ability. *Int J Behav Dev, 42*(1), 83–92.

Wagner, J. B., Luyster, R. J., Yim, J. Y., Tager-Flusberg, H., & Nelson, C. A. (2013). The role of early visual attention in social development. *International Journal of Behavioral Development, 37*(2), 118–124.

Walker, S. C., & McGlone, F. P. (2013). The social brain: Neurobiological basis of affiliative behaviours and psychological well-being. *Neuropeptides, 47*(6), 379–393.

Wolff, J. J., Botteron, K. N., Dager, S. R., Elison, J. T., Estes, A. M., Gu, H. B, ... Piven, J. (2014). Longitudinal patterns of repetitive behavior in toddlers with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *55*(8), 945–953.

Wrzesińska, M., Kapias, J., Nowakowska-Domagała, K., & Kocur, J. (2017). Visual impairment and traits of autism in children. *Psychiatria Polska, 51*(2), 349–358.

Zwaigenbaum, L., Bryson, S., Rogers, T., Roberts, W., Brian, J., & Szatmari, P. (2005). Behavioral manifestations of autism in the first year of life. *International Journal of Developmental Neuroscience, 23*(2-3), 143–152.

Early predication of autism spectrum disorders based on eye movement studies

ZHAO Xiaoning; HU Jinsheng; LI Songze; LIU Xi; LIU Qiongyang; WU Na

(*Department of Psychology, Liaoning Normal University, Dalian* 116029, *China*)

Abstract: Autism spectrum disorders (ASD) is a set of neurodevelopmental disorders, which is mainly characterized by social dysfunction. ASD includes autism, Asperger's syndrome and pervasive developmental disorder not otherwise specified. ASD prediction researches mainly focus on the fields of neurophysiology, genetics and psychology. In the studies of psychology, the use of eye movement technology makes not only the measurement more accurate and subtle, the process more rigorous, but also the predictive relationship more reliable. Nowadays, the eye movement prediction studies focus on fixation duration, first fixation point and saccadic reaction time. These studies have shown that ASD can be predicted by certain aspects: the short time fixation duration of the face and eyes, the decrease of fixation duration of eyes with age growing, the short gaze following time, the long time fixation duration of the repetitive physical stimulation, the visual search advantage, and the difficulty of the attentional disengagement. The future studies should reinforce the longitudinal study of the predictive function of the eye movement, increasing the predictive distinction between ASD and other development disorders, controlling the effects of visual reception on the eye movement and establishing the comprehensive predictive system.

Key words: autism spectrum disorders; fixation duration; first fixation point; saccadic reaction time